

Practitioner's Docket No.: 006691-0304704
Client Reference No.: FM231341/KIS/US/KIM

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: STANISLAV K KIM, et al. Confirmation No:

Application No.: Group No.:

Filed: July 10, 2003 Examiner:

For: ELECTRIC HEATING TYPE ROLLING DEVICE


Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

<u>Country</u>	<u>Application Number</u>	<u>Filing Date</u>
Korea	10-2003-32740	07/10/2003

Date: July 10, 2003
PILLSBURY WINTHROP LLP
P.O. Box 10500
McLean, VA 22102
Telephone: (703) 905-2000
Facsimile: (703) 905-2500
Customer Number: 00909



Glenn J. Perry
Registration No. 28458



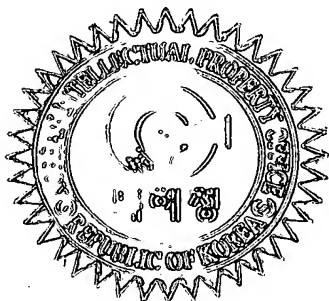
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0032740
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 05월 23일
Date of Application MAY 23, 2003

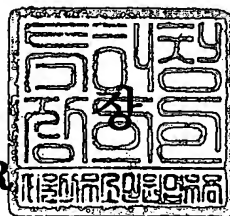
출원인 : 주식회사 경인특수금속
Applicant(s)



2003 06 23 일
 년 월 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	5787
【제출일자】	2003.05.23
【국제특허분류】	B21B 1/22
【발명의 명칭】	전기가열식 압연장치
【발명의 영문명칭】	Electric Heating Type Rolling Device
【출원인】	
【명칭】	주식회사 경인특수금속
【출원인코드】	1-1998-103767-3
【대리인】	
【성명】	주성민
【대리인코드】	9-1998-000517-7
【대리인】	
【성명】	성재동
【대리인코드】	9-2000-000447-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김 스타니슬라프 케이.
【성명의 영문표기】	KIM,Stanislav K.
【주소】	러시아공화국 모스크우 리전 츠코프스키 치올코프스코고 16-50 나베 레즈흐나야 140160
【주소의 영문표기】	140160, 16-50 Naberezhnaya Tsiolkovskogo, Zhukovsky, Mo scow Region, Russia
【국적】	RU
【발명자】	
【성명의 국문표기】	오 . 에이. 트로이츠키
【성명의 영문표기】	O.A.,Troitsky
【주소】	러시아공화국 모스크우 리전 제너럴 안토노프 스트리트 4/ 빌딩 2 아 파트 152 117279
【주소의 영문표기】	117279, Apt. 152, 4/Bld. 2, General Antonov Street, Mo scow Region, Russia
【국적】	RU

【발명자】**【성명의 국문표기】**

지원국

【성명의 영문표기】

JEE, Won-Guk

【주민등록번호】

371010-1023521

【우편번호】

463-060

【주소】

경기도 성남시 분당구 이매동 121 동부아파트 501-803

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

주성민 (인) 대리인

성재동 (인)

【수수료】**【기본출원료】**

20 면 29,000 원

【가산출원료】

5 면 5,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

10 항 429,000 원

【합계】

477,500 원

【감면사유】

소기업 (70%감면)

【감면후 수수료】

138,900 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 위임장_1통 3. 소기업임을 증명하는 서류[사업자등록증 사본]_1통 4. 소기업임을 증명하는 서류[원천징수이행상황신고서 사본]_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 펄스전류를 금속 스트립에 통전시킴으로써 압하율을 증대시키고, 금속 스트립의 과열현상 및 그에 따른 표면산화현상을 방지할 수 있도록 하는 전기가열식 압연장치에 관한 것이다. 금속 스트립이 작업물을 통과하기 이전의 상류측과 통과한 이후의 하류측에 각각 전원장치와 전기적으로 연결되어 펄스전류를 금속 스트립에 인가하기 위한 제 1 및 제 2 도전성 전극부재가 상호 대향하도록 구비된다. 제 1 및 제 2 도전성 전극부재는 금속 스트립의 상하부에 각각 위치하는 한 쌍의 전극접촉부재로 이루어진다. 각각의 전극접촉부재는 금속 스트립과 접촉하는 제 1접촉부, 제 1접촉부의 끝단에서 작업물측을 향해 금속 스트립과 소정간격 이격되어 상호 평행하게 수평연장된 평판부, 평판부의 끝단에서 연장되어 금속 스트립과 접촉하는 제 2접촉부를 포함한다. 제 2접촉부는 금속 스트립의 폭방향을 따라 다수개로 구획분리되고, 전극접촉부재에는 제 2접촉부를 금속 스트립을 향해 편위시키기 위한 탄성부재가 설치되어 있다.

【대표도】

도 3

【색인어】

압연, 전기가열, 펄스전류, 전극접촉부재, 전극를

【명세서】

【발명의 명칭】

전기가열식 압연장치{Electric Heating Type Rolling Device}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 전기가열식 압연장치를 보인 측면도,

도 2는 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치를 보인 정면도,

도 3은 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치의 롤 스탠드의 내부구조를 개략적으로 보인 구성도,

도 4는 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치의 전극접촉부재를 보인 사시도,

도 5는 금속 스트립을 냉간압연했을 때와 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치를 이용하여 압연했을 때의 금속 스트립의 압연후 두께와 금속 스트립에 가해지는 작업롤의 압력의 관계를 실험적으로 비교하여 보인 그래프,

도 6은 본 발명의 제 2실시예에 따른 전기가열식 압연장치의 롤 스탠드의 내부구조를 개략적으로 보인 구성도,

도 7은 본 발명의 제 3실시예에 따른 전기가열식 압연장치의 롤 스탠드의 내부구조를 개략적으로 보인 구성도,

도 8은 본 발명의 제 4실시예에 따른 전기가열식 압연장치의 롤 스탠드의 내부구조를 개략적으로 보인 구성도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

- 100: 압연장치
- 112: 전방 스트립 감기장치
- 114: 후방 스트립 감기장치
- 116: 롤 스탠드
- 118: 전원장치
- 120: 작업롤
- 130, 140: 전극접촉부재
- 132: 제 1접촉부
- 133, 137: 평판부
- 138: 제 2접촉부
- 150: 탄성부재
- 160, 170: 전극롤
- S: 금속 스트립

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<23> 본 발명은 전기가열식 압연장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 펄스전류를 금속 스트립(strip)에 통전시킴으로써 압하율을 증대시키고, 금속 스트립의 과열현상 및 그에 따른 표면산화현상을 방지할 수 있도록 하는 전기가열식 압연장치에 관한 것이다.

- <24> 일반적으로, 금속 스트립을 상온에서 압연하는 경우를 냉간압연이라 하고, 가열하여 압연하는 경우를 열간압연이라 한다.
- <25> 냉간압연은 스트립의 표면조도가 좋고, 스트립가열을 위한 특별한 설비가 필요없는 장점이 있다. 그러나, 압연율이 낮고, 철의 오스테나이트(Austenite) 또는 페라이트(Ferrite)조직이 마르텐사이트(Martensite)조직으로 변하면서 발생하는 경화현상을 제거하기 위하여 중간에 어닐링(Annealing)공정을 실시하여야 하므로, 전체공정시간이 길어지고 생산성이 떨어지는 단점이 있다.
- <26> 열간압연의 경우에는 금속 스트립을 가열로에서 가열해서 압연기로 이송시켜 압연을 행하는 것이 일반적이다. 이 때, 가열온도를 적정하게 하는 것이 상당히 중요한데, 가열온도가 너무 낮으면, 압연율이 떨어지고 압연기에 과대한 부하가 걸리는 등의 문제가 있다. 가열로에서 가열된 금속 스트립은 압연기까지의 이송과정에서 냉각되어 온도가 저하되므로, 이를 감안하여 가열로에서의 가열온도를 과도하게 상승시키게 되고, 이로 인해 금속 스트립의 산화가 증가하고, 에너지손실을 초래한다.
- <27> 이러한 사정을 고려하여, 압연기 근처에서 금속 스트립을 가열하여 그 온도를 조정하는 것이 합리적이다. 가열로를 사용하지 않는 이러한 가열방법으로서, 고주파유도가열 방법과 전기가열방법이 행해지고 있다.
- <28> 그러나, 고주파유도가열장치는 구조가 복잡하고, 고가이며, 대량의 전력을 소비하기 때문에 운전경비가 많이 소요되는 단점이 있다.
- <29> 한편, 전기가열식 압연장치의 일례는 일본특허공개공보 제1998-180317호에 개시되어 있으며, 도 1을 참조하여 설명하기로 한다.

<30> 도 1에 도시된 바와 같이, 상하측 작업롤(10)의 단부에 각각 슬립링(12, 13)이 구비되고, 이 슬립링(12, 13)은 전원장치(14)에 접속된다. 전원장치(14)에 의해 상하측 작업롤(10)과 금속 스트립(S)에 직류전류가 통전되면, 작업롤(10)과 금속 스트립(S)은 각 고유의 전기저항에 의해 가열되어 온도가 상승한다.

<31> 그러나, 이러한 종래의 전기가열식 압연장치는 과도한 전류가 소모되는 문제점이 있다. 실험적으로, 폭이 100mm이고, 두께가 2mm로서 단면적이 2cm^2 인 스틸 스트립(steel strip)을 전기가열 압연하여 압연후 두께를 0.25~0.3mm로 구현하기 위해서는, $10^4\text{A}/\text{cm}^2$ 의 전류밀도를 가지도록 전류를 통전시켜야 한다. 이 때, 직류전류를 통전시키는 경우, 전류의 세기는 전류밀도와 스트립의 단면적을 곱한 20000A에 이르게 된다.

<32> 또한, 전류의 과다소모 이외에, 스틸 스트립은 대략 400°C 내지 500°C 정도로 과도하게 가열됨으로써, 대기중의 산소와 접촉하여 표면이 산화 및 변색되는 문제점을 가진다.

<33> 또한, 상하측 작업롤이 모두 전기회로에 포함됨으로써, 전기부식이 발생하여 작업롤의 수명이 단축되고, 스틸 스트립으로부터의 열전달에 의한 소손을 방지하기 위해 별도의 냉각장치가 필수적으로 구비되어야 하는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<34> 본 발명은 이러한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 펄스전류를 금속 스트립에 통전시킴으로써 압하율을 증대시키고, 금속 스트립의 과열현상 및 그에 따른 표면산화현상을 방지할 수 있도록 하는 전기가열식 압연장치를 제공하는 것이다.

- <35> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 전기가열식 압연장치는,
- <36> 금속 스트립과 접촉하여 금속 스트립을 압하하기 위한 복수의 작업롤;
- <37> 펄스전류를 생성하여 공급하기 위한 전원장치; 그리고
- <38> 금속 스트립이 작업롤을 통과하기 이전의 상류측과 작업롤을 통과한 이후의 하류측에 상호 대향하도록 각각 구비되고, 전원장치와 전기적으로 연결되어 펄스전류를 금속 스트립에 인가하기 위한 제 1 및 제 2 도전성 전극부재를 포함한다.
- <39> 본 발명의 일실시예에 따르면, 제 1 및 제 2 도전성 전극부재는 금속 스트립의 상하부에 각각 위치하는 한 쌍의 전극접촉부재로 이루어지고, 각각의 전극접촉부재는 금속 스트립과 접촉하는 제 1접촉부, 제 1접촉부의 끝단에서 작업롤측을 향해 금속 스트립과 소정간격 이격되어 상호 평행하게 수평연장된 평판부, 평판부의 끝단에서 연장되어 금속 스트립과 접촉하는 제 2접촉부를 포함한다.
- <40> 제 2접촉부는 금속 스트립의 폭방향을 따라 다수개로 구획분리되고, 전극접촉부재에는 제 2접촉부를 금속 스트립을 향해 편위시키기 위한 탄성부재가 설치되어 있다.
- <41> 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 제 1 및 제 2 도전성 전극부재는 각각 금속 스트립의 상하면에 접촉하여 설치되는 한 쌍의 전극롤로 이루어진다.

【발명의 구성 및 작용】

- <42> 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 전기가열식 압연장치에 대한 바람직한 실시예들을 상세하게 설명한다.
- <43> 본 발명에 따른 전기가열식 압연장치의 기본구조 및 금속 스트립을 압하하는 압연 방식은 종래의 압연장치와 동일하므로, 그 상세한 설명은 생략하기로 한다.

- <44> 도 2는 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치를 보인 정면도이고, 도 3은 도 2의 전기가열식 압연장치의 롤 스탠드의 내부구조를 개략적으로 보인 구성도이다.
- <45> 이들에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치(100)는 베이스(110), 베이스(110)상에 설치되어 금속 스트립(S)을 이송시키기 위한 전방 및 후방 스트립 감기장치(112, 114)와 이들 사이에 위치한 롤 스탠드(116), 그리고 펄스전류를 생성하여 롤 스탠드(116)로 공급하기 위한 전원장치(118)를 포함한다.
- <46> 롤 스탠드(116)내에는 금속 스트립(S)의 상하측에 각각 한 쌍씩 짝을 이루어 회전가능하게 배치되는 복수 쌍의 지지롤(122)과, 한 쌍의 지지롤(122) 사이에 각각 하나씩 접촉하여 회전가능하게 지지되며 금속 스트립(S)을 압하하기 위한 복수의 작업롤(120)이 구비된다. 작업롤(120)은 고온강도와 발열체로서의 도전성을 겸비하는 소재로 이루어진다.
- <47> 금속 스트립(S)은 전방 감기장치(112)로부터 후방 감기장치(114)로 이송되거나, 반대로 후방 감기장치(114)에서 전방 감기장치(112)로 이송될 수도 있는데, 본 발명의 실시예에서는 금속 스트립(S)이 전방 감기장치(112)에서 후방 감기장치(114)로 이송되는 것을 조건으로 한다.
- <48> 이하에서는, 전방 감기장치(112)와 작업롤(120) 사이, 즉 금속 스트립(S)이 작업롤(120)을 통과하기 이전의 위치를 상류측이라 정의하고, 작업롤(120)과 후방 감기장치(114) 사이, 즉 금속 스트립(S)이 작업롤(120)을 통과한 이후의 위치를 하류측이라 정의한다.

- <49> 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치(100)는 작업롤(120)에 인접하여 구비된 한 쌍의 상류측 도전성 전극접촉부재(130)와 한 쌍의 하류측 도전성 전극접촉부재(140)를 포함한다.
- <50> 상류측 전극접촉부재(130)는 금속 스트립(S)의 상면과 하면에 각각 소정의 접촉면적을 가지고 접촉하며, 전원장치(118)의 (+)단자에 케이블(119)에 의해 전기적으로 연결된다.
- <51> 도 4를 참조하여 상세히 설명하면, 금속 스트립(S)의 상면에 위치하는 상측 전극접촉부재는 대략 "ㄱ"자형상을 가지는 베이스부(131)와, 베이스부(131)에 결합되는 전류인가부(136)를 포함한다.
- <52> 베이스부(131)는 금속 스트립(S)의 상면에 접촉하며 수직설치된 제 1접촉부(132)와, 제 1접촉부(132)의 상단에서 금속 스트립(S)과 일정간격 이격된 상태로 작업롤(120)측을 향해 수평연장된 평판부(133)를 포함한다. 평판부(133)의 상면에는 케이블(119)과의 연결을 위한 복수의 접속단(134)이 구비된다.
- <53> 평판부(133)의 끝단에는 상기 전류인가부(136)의 끝단이 안착될 수 있도록 소정깊이로 단차진 안착부(135)가 형성되어 있다.
- <54> 전류인가부(136)는 금속 스트립(S)과 일정간격 이격된 상태로 수평연장된 평판부(137)와, 평판부(137)의 끝단에서 금속 스트립(S)의 상면과 접촉되도록 하측연장된 제 2접촉부(138)를 포함한다. 제 2접촉부(138)는 금속 스트립(S)과 동일한 폭을 가진다.

- <55> 전류인가부(136)의 평판부(137)는 베이스부(131)의 안착부(135)상에 피팅(fitting)결합된다. 이와 같이 전극접촉부재(130)가 베이스부(131)와 전류인가부(136)로 구분되어 형성되는 것은 제조상의 편이를 위한 것으로, 일체로 형성하여도 무방하다.
- <56> 전류인가부(136)의 제 2접촉부(138)는 금속 스트립(S)의 폭방향을 따라 다수개로 구획분리되도록 형성된다. 제 2접촉부(138)는 금속 스트립(S)과 접촉되는 접촉면 전체에 걸쳐 평평하게 제조되어야 하며, 균일한 접촉을 위해 금속 스트립(S)과 간극없이 완벽한 평행을 이루도록 배치되어야 하지만, 제 2접촉부(138)를 단일의 몸체로 제조할 경우 이러한 조건을 만족시키기는 상당히 어렵다. 따라서, 본 발명의 실시예와 같이 제 2접촉부(138)가 다수개로 구획분리되어 형성되면, 제 2접촉부(138)의 접촉면 전체가 금속 스트립(S)과 완벽한 평행을 이루며 배치되지 않더라도 각각의 구획부분에 대해 벤딩 등의 물리적인 변형작업을 통해 그 위치를 조절함으로써 금속 스트립(S)과 간극없이 접촉되도록 할 수 있는 특징을 가지게 된다. 이에 의해, 제 2접촉부(138)와 금속 스트립(S)과의 접촉효율 및 이에 따른 전기전도율이 상승하게 된다. 특히, 이러한 형상의 제 2접촉부(138)는 압연하고자 하는 금속 스트립(S)의 폭이 넓을수록 더욱 그 효과를 나타내게 된다.
- <57> 또한, 상대적으로 폭이 넓은 금속 스트립(S)을 압연할 때에는, 금속 스트립(S)에 공급되는 펄스전류의 양도 증가하게 되는데, 본 발명의 전극접촉부재(130)에서는 케이블(119)과의 연결을 위한 복수의 접속단(134)이 평판부(133)의 상면에 고루 분포되어 구비됨으로써, 압연에 필요한 펄스전류를 충분히 공급할 수 있는 특징이 있다.
- <58> 바람직하게는, 제 2접촉부(138)는 작업롤(120)측을 향해 평판부(137)와 소정의 둔각을 이루며 경사져 형성된다. 이는 제 2접촉부(138)의 끝단과 작업롤(120) 사이의 거리

를 가능한 한 짧게 함으로써, 금속 스트립(S)의 이송과정에서의 온도저하를 최소화하기 위함이다.

<59> 또한, 평판부(133, 137)를 금속 스트립(S)과 소정간격 이격시켜 형성한 것은 전기 전도에 필요한 가장 적정한 접촉면적만이 존재하도록 함으로써, 전극접촉부재(130)와 금속 스트립(S)과의 사이의 마찰을 줄여 이들의 마모나 전기스파크 등의 문제를 최소로 억제하기 위함이다.

<60> 바람직하게는, 전극접촉부재(130)는 내마모성이 강한 흑연 또는 동판 등의 재질로 이루어진다.

<61> 한편, 금속 스트립(S)의 하면에 접촉하여 위치하는 하측 전극접촉부재는 상기 상측 전극접촉부재와 동일한 형상으로 형성되며, 상측 전극접촉부재와 수직으로 대향하여 배치된다.

<62> 상측 전극접촉부재의 평판부(133)의 일측면과 그 직하방에 위치한 하측 전극접촉부재의 평판부의 일측면에는 상호 수직으로 일직선이 되도록 돌기(133a)가 형성되어 있다. 이들 돌기(133a)에는 스프링 등과 같은 탄성부재(150)의 양단이 각각 연결되어 있다. 탄성부재(150)의 탄성력에 의해 상측 및 하측 전극접촉부재의 제 2접촉부(138)는 금속 스트립(S)을 향해 편위되어 금속 스트립(S)에 간극없이 더욱 밀착된다. 더욱이, 계속적으로 이송되는 금속 스트립(S)과의 접촉마찰에 의해 제 2접촉부(138)가 마모되더라도 탄성부재(150)의 탄성력에 의해 금속 스트립(S)에 밀착된 상태를 유지할 수 있게 된다. 바람직하게는, 제 2접촉부(138)의 접촉면 전체에 걸쳐 금속 스트립(S)과의 밀착력을 균일화할 수 있도록 탄성부재(150)는 전극접촉부재(130)의 양측면에 대칭으로 한 쌍이 구비된다.

- <63> 한편, 상기 한 쌍의 하류측 전극접촉부재(140)는 상기 한 쌍의 상류측 전극접촉부재(130)와 동일형상을 가지며, 제 2접촉부가 작업롤(120)측을 향하도록 작업롤(120)을 기준으로 상류측 전극접촉부재(130)와 대향되게 배치된다. 하류측 전극접촉부재(140)는 전원장치(118)의 (-)단자에 전기적으로 연결된다.
- <64> 상기와 같은 구성에 의해, 전원장치(118), 상류측 전극접촉부재(130), 금속 스트립(S) 및 하류측 전극접촉부재(140)는 전기적으로 폐회로를 구성하게 된다.
- <65> 상기와 같이 구성된 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치(100)의 작용효과를 설명하면, 금속 스트립(S)을 전방 감기장치(112)에서 후방 감기장치(114)로 이송시키는 상태에서, 전원장치(118)로부터 케이블(119)을 통해 펄스전류를 공급한다. 펄스전류는 상류측 전극접촉부재(130)의 제 2접촉부(138)로부터 금속 스트립(S)을 통과한 후 하류측 전극접촉부재(140)로 흐르게 되고, 금속 스트립(S)에는 줄열(Joule's heat)이 발생하여, 작업롤(120)에 의해 전기가열 압연이 이루어지게 된다.
- <66> 이하에서는, 본 발명에 따른 전기가열식 압연장치(100)의 전원장치(118)에서 생성하여 공급하는 펄스전류의 특성 및 펄스전류에 의한 전기가열 압연의 효과를 설명하기로 한다.
- <67> 실험적으로, 폭이 100mm이고, 두께가 2mm인 스틸 스트립을 전기가열 압연하여 압연 후 두께를 0.25~0.3mm로 구현하기 위해서는, $10^4\text{A}/\text{cm}^2$ 의 전류밀도(J_m)를 가지도록 전류를 통전시켜야 한다. 이 때, 펄스전류를 통전시키는 경우에는, 10^{-4}sec 의 펄스폭(pulse duration, τ)과, 다음의 수학식(1)로 결정되는 소정의 주파수(F)를 가지도록 설정된다.

<68> **【수학식 1】**
$$F = k \frac{Vm}{\Delta l}$$

<69> 여기서, V_m 은 스틸 스트립의 이송속도이고, Δl 은 한 쌍의 작업롤(120)사이에서 스틸 스트립의 압연이 이루어지는 길이이며, k 는 작업롤(120)사이의 각 압연길이(Δl)마다 가해지는 펄스의 수로서, 2로 설정한다.

<70> 예를 들어, 폭이 100mm이고, 두께가 2mm로서 단면적(B) 2cm^2 을 가지는 스틸 스트립을 이동속도(V_m)가 0.5m/sec이고, 변형길이(Δl)가 10^{-3}m 인 조건하에서 압연을 할 때, 펄스전류의 주파수(F)는 상기 수학식(1)로부터 10^3Hz 의 값을 갖는다.

<71> 10^{-4}sec 의 펄스폭(τ)과 상기 계산된 10^3Hz 의 주파수(F)로부터 펄스 주기(T_i) 대 펄스폭(τ)의 비(Q)는 아래의 수학식(2)에 의해 10의 값을 갖게 된다.

<72> **【수학식 2】**
$$Q = \frac{T_i}{\tau} = \frac{1}{F\tau}$$

<73> 또한, 아래의 수학식(3)으로부터 스틸 스트립에 통전되는 펄스전류의 평균세기(J_{mean})를 구할 수 있다.

<74> **【수학식 3】**
$$J_{\text{mean}} = J_m \frac{\tau}{T_i} B = 20000 \frac{1}{Q} = \frac{20000}{10} = 2000(A)$$

<75> 상기 수학식(3)의 계산으로부터 펄스전류를 사용할 때의 전류소모량이 종래의 직류 전류를 사용할 때의 전류소모량의 1/10이 됨을 알 수 있다.

<76> 이에 의해, 직류전류를 사용한 종래의 전기가열 압연에서는 스틸 스트립의 과열과 표면산화가 수반되지만, 본 발명과 같이 펄스전류를 사용하는 경우에는 전류밀도(J_m)의 크기가 10^4A/cm^2 일지라도 펄스폭(τ)이 10^{-4}s 로서 매우 짧기 때문에, 스틸 스트립의 표면 온도가 현저하게 올라가지 않으며, 실험적으로 대략 250°C 가 됨을 알 수 있다. 따라서, 스틸 스트립의 과열 및 이에 따른 표면산화와 변색을 막을 수 있게 된다.

- <77> 도 5는 상기와 동일한 조건하에서 각각 스틸 스트립을 냉간압연했을 때와 펄스전류를 이용하여 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치로 압연했을 때의 스틸 스트립의 압연후 두께와 스틸 스트립에 가해지는 작업률의 압력의 관계를 실험적으로 비교하여 보인 그래프이다.
- <78> 도 5에서 곡선 C는 냉간압연시의 그래프이고, 곡선 E는 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치에 의한 압연시의 그래프이다.
- <79> 이에 도시된 바와 같이, 스틸 스트립의 압연후 두께(h , 이하 압연목표두께라 함)가 작을수록 스틸 스트립에 가해지는 작업률의 압력(F)의 크기는 커지게 된다.
- <80> 냉간압연시에는 곡선 C에서 알 수 있는 바와 같이, 압연목표두께(h)가 h_c 인 경우 작업률의 압력(F)은 F_c 가 되며, 압연목표두께(h)가 h_c 보다 작은 경우에는 작업률의 압력(F)이 비선형적으로 급속히 증가한다. 따라서, h_c 가 냉간압연시 달성할 수 있는 최소의 압연목표두께가 된다.
- <81> 이에 반해, 곡선 E에서 알 수 있는 바와 같이, 냉간압연시와 동일한 압연목표두께($h=h_c$)의 조건하에서, 본 발명의 제 1실시예에 따른 전기가열식 압연장치에 의해 압연을 하는 경우, 작업률(120)의 압력(F)은 F_c 보다 대략 30%정도 작은 F_e 가 된다. 마찬가지로, 본 발명의 압연장치의 작업률(120)의 압력(F)이 냉간압연시의 작업률 압력과 동일($F=F_c$)한 조건하에서는, 스틸 스트립의 압연목표두께(h)의 최소치는 h_c 보다 작은 h_e 까지 가능하게 된다. 이로부터, 펄스전류를 금속 스트립에 공급하여 전기가열 압연을 하는 경우, 압하율이 현저히 증대됨을 알 수 있다.

- <82> 도 6은 본 발명의 제 2실시예에 따른 전기가열식 압연장치의 롤 스탠드의 내부구조를 개략적으로 보인 구성도이다.
- <83> 이에 도시된 바와 같이, 제 2실시예에 따른 전기가열식 압연장치는 전원장치(118)의 (+)단자에 전기적으로 연결된 한 쌍의 상류측 도전성 전극롤(160)과, 전원장치(118)의 (-)단자에 전기적으로 연결된 한 쌍의 하류측 도전성 전극롤(170)을 포함한다. 각 쌍의 전극롤(160, 170)들은 금속 스트립(S)의 상면과 하면에 접촉하여 구비되고, 고온강도와 발열체로서의 도전성을 겸비하는 소재로 이루어진다. 전극롤(160, 170)의 직경은 금속 스트립(S)의 이송과정에서의 온도저하를 최소화하기 위해 작업롤(120)과의 거리를 가능한 한 짧게 할 수 있도록 설정되는 것이 바람직하다.
- <84> 상기의 구성에 의해, 전원장치(118), 상류측 전극롤(160), 금속 스트립(S) 및 하류측 전극롤(170)은 전기적으로 폐회로를 구성하게 된다.
- <85> 전극롤(160, 170)은 금속 스트립(S)의 이송속도에 맞춰 회전을 하므로, 금속 스트립(S)과의 접촉에 따른 마찰 및 마모의 발생이 현저히 줄어들어 전극롤(160, 170)의 수명이 길어지고, 금속 스트립(S)과 전기적인 접촉상태를 더욱 확실하게 유지할 수 있는 특징을 가진다.
- <86> 또한, 상기 제 1 및 제 2실시예의 전기가열식 압연장치에서는, 작업롤(120)이 전기 회로에 포함되지 않는 구조를 가짐으로써, 전기부식에 대한 작업롤(120)의 안전성이 확보되어 압연장치의 수명을 연장시킬 수 있는 특징이 있다.
- <87> 도 7은 본 발명의 제 3실시예에 따른 전기가열식 압연장치의 롤 스탠드의 내부구조를 개략적으로 보인 구성도이다.

- <88> 이에 도시된 바와 같이, 제 3실시예에 따른 전기가열식 압연장치는 전원장치(118)의 (+)단자와 전기적으로 연결된 한 쌍의 전극접촉부재(130)가 상류측에 구비되고, 복수의 작업롤(120)이 전원장치(118)의 (-)단자에 전기적으로 연결된다.
- <89> 따라서, 전원장치(118), 상류측 전극접촉부재(130), 금속 스트립(S) 및 작업롤(120)이 전기적으로 폐회로를 구성하게 된다.
- <90> 도 8은 본 발명의 제 4실시예에 따른 전기가열식 압연장치의 롤 스탠드의 내부구조를 개략적으로 보인 구성도이다.
- <91> 이에 도시된 바와 같이, 제 4실시예에 따른 전기가열식 압연장치는 전원장치(118)의 (+)단자와 전기적으로 연결된 한 쌍의 전극롤(160)이 상류측에 구비되고, 복수의 작업롤(120)이 전원장치(118)의 (-)단자에 전기적으로 연결된다.
- <92> 따라서, 전원장치(118), 상류측 전극롤(160), 금속 스트립(S) 및 작업롤(120)이 전기적으로 폐회로를 구성한다.
- <93> 상기 본 발명의 제 2 내지 제 4실시예에 따른 전기가열식 압연장치의 작용효과는 상기 제 1실시예의 작용효과와 동일하므로, 그 설명은 생략한다.
- <94> 또한, 전극접촉부재(120, 130), 전극롤(160, 170) 및 작업롤(120)을 전원장치(118)의 (+)단자 및 (-)단자에 연결하는데 있어서, 상기 제 1 내지 제 4실시예의 경우와 반대로 연결하여도 무방하다.
- <95> 이상에서는 본 발명을 복수의 실시예로서 설명하였으나, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당

해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형이 가능할 것이다.

【발명의 효과】

- <96> 이상에서 상세히 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 전기가열식 압연장치는 펄스전류를 금속 스트립에 통전시켜 가열시킴으로써 스트립의 경화현상이 없어지므로 어닐링공정이 불필요해질 뿐만 아니라, 종래의 직류전류를 이용한 압연방식에 비해 금속 스트립의 과열현상과 그에 따른 표면산화 및 변색을 방지할 수 있는 효과가 있다.
- <97> 또한, 본 발명에 따른 전기가열식 압연장치를 이용하여 금속 스트립을 압연하는 경우, 압하율이 증대되고, 작업롤에 가해지는 반력이 상대적으로 감소되어 작업롤의 수명을 연장시킬 수 있는 효과가 있다.
- <98> 또한, 펄스전류에 의해 가열된 금속 스트립의 표면온도가 상대적으로 낮아, 작업롤, 전극접촉부재 또는 전극롤이 금속 스트립으로부터의 열전달에 의해 소손될 우려가 없기 때문에, 이들 구성요소에 대한 별도의 냉각장치를 설치할 필요가 없게 되므로, 장치의 제조비용 및 크기가 상당히 감소되는 이점이 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

일방향으로 이송되는 금속 스트립을 압연하기 위한 압연장치에 있어서,

상기 금속 스트립과 접촉하여 상기 금속 스트립을 압하하기 위한 복수의 작업롤;

펄스전류를 생성하여 공급하기 위한 전원장치; 그리고

상기 금속 스트립이 상기 작업롤을 통과하기 이전의 상류측과 상기 작업롤을 통과한 이후의 하류측에 상호 대향하도록 각각 구비되고, 상기 전원장치와 전기적으로 연결되어 펄스전류를 상기 금속 스트립에 인가하기 위한 제 1 및 제 2도전성 전극부재로 이루어진 것을 특징으로 하는 전기가열식 압연장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2도전성 전극부재는 상기 금속 스트립의 상하부에 각각 위치하는 한 쌍의 전극접촉부재로 이루어지고, 각각의 상기 전극접촉부재는 상기 금속 스트립과 접촉하는 제 1접촉부, 상기 제 1접촉부의 끝단에서 상기 작업롤측을 향해 상기 금속 스트립과 소정간격 이격되어 상호 평행하게 수평연장된 평판부, 그리고 상기 평판부의 끝단에서 연장되어 상기 금속 스트립과 접촉하는 제 2접촉부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기가열식 압연장치.

【청구항 3】

제 2항에 있어서, 상기 제 2접촉부는 상기 금속 스트립의 폭방향을 따라 다수개로 구획분리된 것을 특징으로 하는 전기가열식 압연장치.

【청구항 4】

제 2항에 있어서, 상기 전극접촉부재에는 상기 제 2접촉부를 상기 금속 스트립을 향해 편의를시키기 위한 탄성부재가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 전기가열식 압연장치.

【청구항 5】

제 1항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2도전성 전극부재는 각각 상기 금속 스트립의 상하면에 접촉하여 설치되는 한 쌍의 전극롤로 이루어진 것을 특징으로 하는 전기가열식 압연장치.

【청구항 6】

일방향으로 이송되는 금속 스트립을 압연하기 위한 압연장치에 있어서,

상기 금속 스트립과 접촉하여 상기 금속 스트립을 압하하기 위한 복수의 작업롤;

펄스전류를 생성하여 공급하기 위한 전원장치; 그리고

상기 금속 스트립이 상기 작업롤을 통과하기 이전의 위치에 구비되는 도전성 전극부재를 포함하고,

상기 복수의 작업롤과 상기 도전성 전극부재는 펄스전류를 상기 금속 스트립에 인가하도록 상기 전원장치와 전기적으로 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 전기가열식 압연장치.

【청구항 7】

제 6항에 있어서, 상기 도전성 전극부재는 상기 금속 스트립의 상하부에 각각 위치하는 한 쌍의 전극접촉부재로 이루어지고, 각각의 상기 전극접촉부재는 상기 금속 스트

립과 접촉하는 제 1접촉부, 상기 제 1접촉부의 끝단에서 상기 작업롤축을 향해 상기 금속 스트립과 소정간격 이격되어 상호 평행하게 수평연장된 평판부, 그리고 상기 평판부의 끝단에서 연장되어 상기 금속 스트립과 접촉하는 제 2접촉부를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기가열식 압연장치.

【청구항 8】

제 7항에 있어서, 상기 제 2접촉부는 상기 금속 스트립의 폭방향을 따라 다수개로 구획분리된 것을 특징으로 하는 전기가열식 압연장치.

【청구항 9】

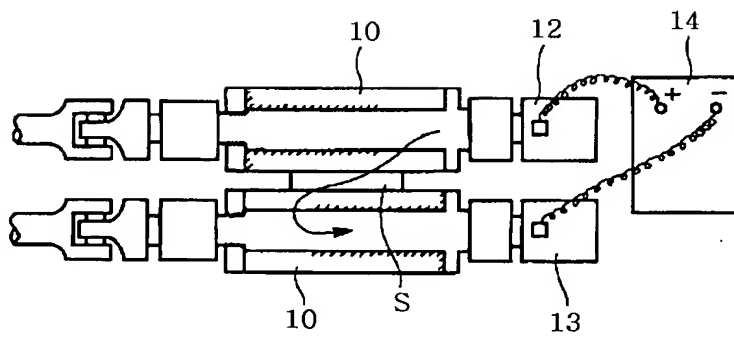
제 7항에 있어서, 상기 전극접촉부재에는 상기 제 2접촉부를 상기 금속 스트립을 향해 편위시키기 위한 탄성부재가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 전기가열식 압연장치.

【청구항 10】

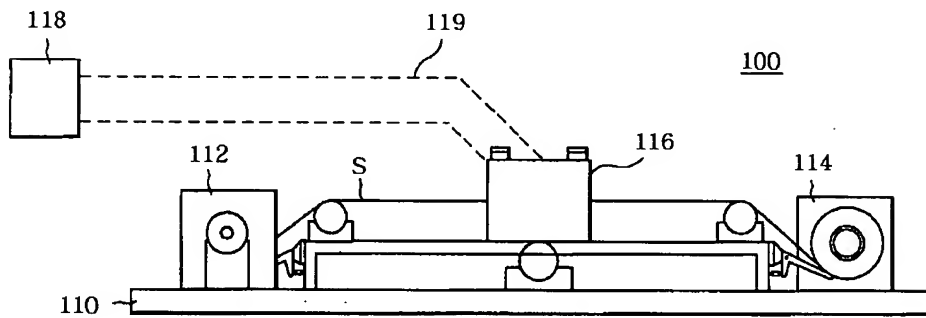
제 6항에 있어서, 상기 도전성 전극부재는 상기 금속 스트립의 상하면에 접촉하여 설치되는 한 쌍의 전극롤로 이루어진 것을 특징으로 하는 전기가열식 압연장치.

【도면】

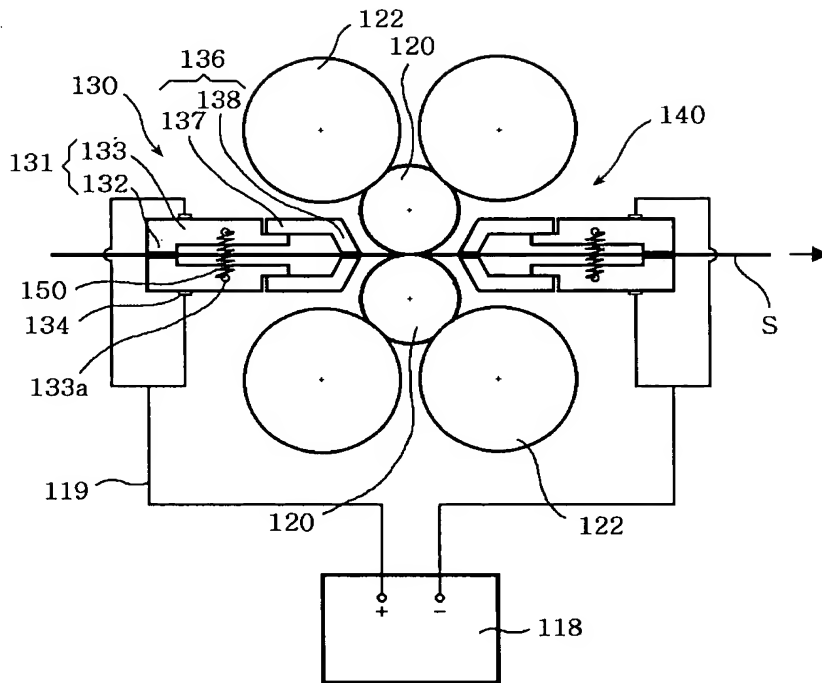
【도 1】



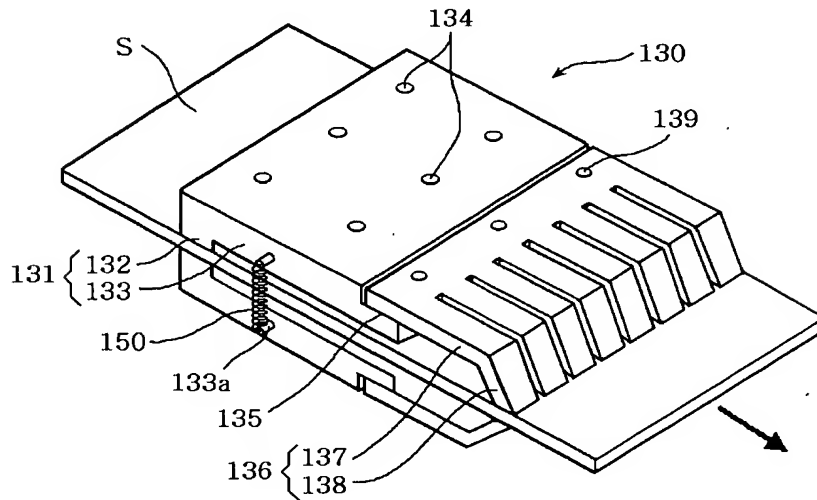
【도 2】



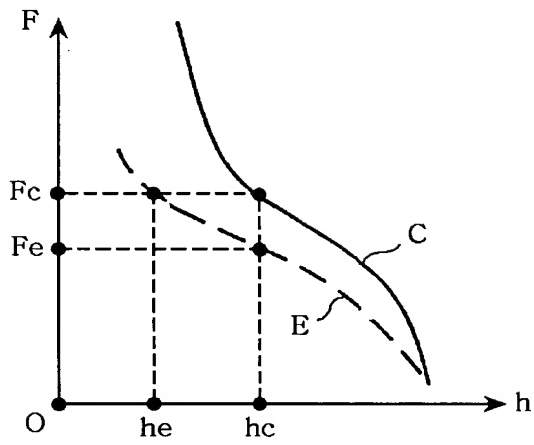
【도 3】



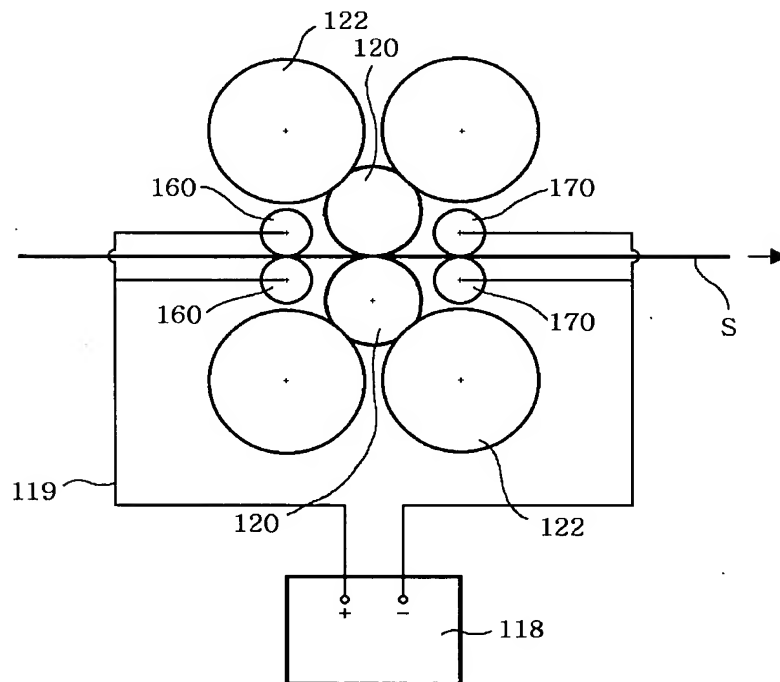
【도 4】



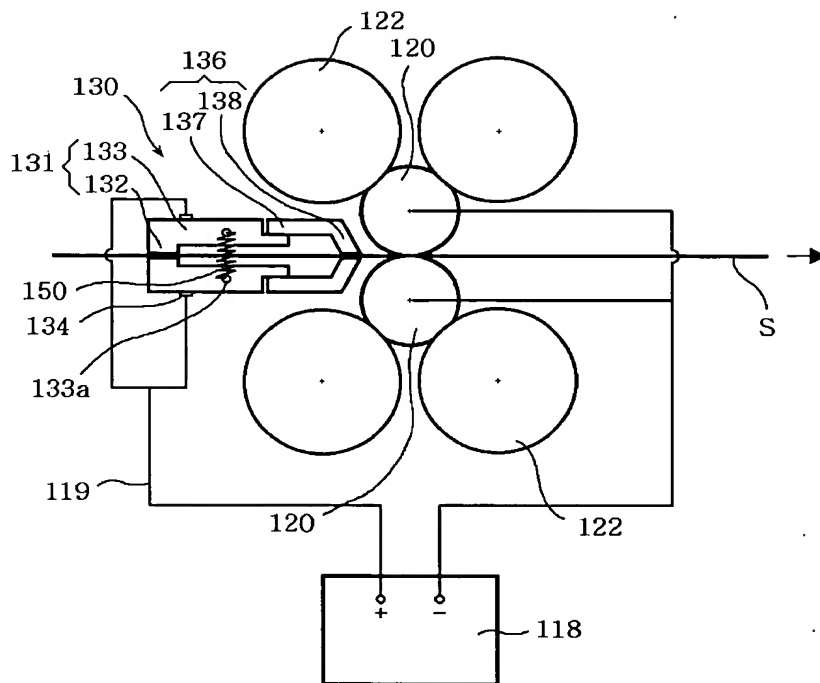
【도 5】



【도 6】



【도 7】



【도 8】

